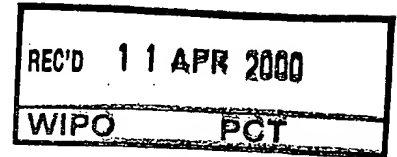


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



DE 00/315  
EU

**Bescheinigung**

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungsweges in einem  
"Kommunikationsnetz zwischen zwei benachbarten Netzknoten

am 24. Februar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol  
H 04 L 29/08 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 17. März 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Dzierzon

Aktenzeichen: 199 07 923.4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Beschreibung

Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungsweges in einem Kommunikationsnetz zwischen zwei benachbarten Netzknoten.

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

10

Zeitgemäße Kommunikationsnetze weisen eine Mehrzahl von Netzknoten auf, die über Verbindungswege untereinander vermascht sind. Diese sind aus mehreren Verbindungsleitungen (Trunks) gebildet, die zu Verbindungsleitungsbündeln (Trunk Groups) zusammengefaßt sind.

15

Bei zeitgemäßen Kommunikationsnetzen werden über die zwischen zwei oder mehreren Netzknoten angeordneten Verbindungswege unterschiedliche Verkehrsgemische geleitet. So können beispielsweise Informationen mittels eines synchronen (STM) oder asynchronen (ATM) Transfermodus übertragen werden. Hierbei können die Informationen unterschiedliche Bandbreiten aufweisen. So werden in der Regel Informationen, die als Schmalbandsignale übertragen werden von solchen unterschieden, die als Weitband- oder Breitbandsignale übertragen werden. Damit kommt dem Verbindungsaufbau zwischen zwei benachbarten, d.h. über ein Verbindungsleitungsbündel miteinander verbundenen Netzknoten eine besondere Bedeutung zu.

20

5

30

Generell sind beim Verbindungsaufbau zwei Entscheidungen zu treffen, um einen Verbindungsweg zwischen zwei benachbarten Netzknoten zu ermitteln. Einerseits ist zu entscheiden, auf welchen der Verbindungsleitungen des Verbindungsleitungsbündels, welches die fraglichen Netzknoten verbindet, noch genügend Kapazität frei ist, um eine Verbindung herstellen zu können.

35

Andererseits ist aus den im Hinblick auf die verfügbare Kapazität denkbaren Verbindungswegen einer so auszuwählen, daß

sich eine optimale Verkehrsgüte (Grade of Service) ergibt. Dies ist insofern notwendig, da ein ausgewählter Verbindungsweg eine möglichst geringe Blockierwahrscheinlichkeit (Blocking Probability) sowie eine damit verbundene geringe  
5 Verbindungsverlustwahrscheinlichkeit (Connection Loss Probability) für nachfolgende Verbindungen sicherstellen sollte.

Ein Verfahren, mit dem diese beiden Aufgaben (Suche und Auswahl) vorgenommen werden können, wird als Absuchstrategie-  
10 fahren oder Absuchstrategie (Hunting Strategy) bezeichnet.

Aus der Druckschrift „Probability of Loss of Data Traffic with different Bit Rates Hunting One Common PCM Channel Proceedings of 8<sup>th</sup> International Teletraffic Congress (ITC  
15 8), 1976, pp. 525.1 - 525.8, Lothar Katzschner, and Reinhard Scheller“ ist ein derartiges Absuchstrategieverfahren bekannt.

Demgemäß wird eine sequentielle Absuche aller in Frage kommenden Verbindungsleitungen vorgenommen. Dabei wird versucht, die „kleinste Lücke“ die gerade noch die neue Verbindung aufnehmen kann, zu ermitteln. Hierbei wird der Suchvorgang mit der ersten Verbindungsleitung im Verbindungsleitungsbündel gestartet und schrittweise fortgesetzt, bis alle Verbindungs-  
25 leitungen überprüft sind. Als Auswahlkriterium wird zum einen die noch frei verfügbare Übertragungskapazität auf der Verbindungsleitung im Verhältnis zur Spitzenbitrate der unterzubringenden Verbindung herangezogen. Dabei wird untersucht, ob die frei verfügbare Übertragungskapazität größer gleich  
30 der Spitzenbitrate (Peak Bit Rate) dieser Verbindung ist. In der Praxis können mehrere Verbindungsleitungen dieses Kriterium erfüllen. Zum anderen wird dann ermittelt, auf welcher dieser Verbindungsleitungen bei Annahme der neuen Verbindung die geringste Restübertragungskapazität verbliebe. Auf dieser  
35 Verbindungsleitung wird die neue Verbindung angenommen. Wird keine ausreichende freie Übertragungskapazität gefunden, wird die in Frage kommende Verbindung abgewiesen.

Dieses bekannte Verfahren wurde insbesondere für eine homogene Verkehrscharakteristik entwickelt, wo jeder Verbindungsaufbau mit der gleichen Kapazitätsanforderung von 64 kbit/s pro Verbindung einherging. Diese Homogenität des Verkehrs beim Verbindungsaufbau ist bei zeitgemäßen Kommunikationsnetzen aber oft nicht mehr gegeben. Neben den herkömmlichen Schmalbandverbindungen mit 64kbit/s treten beispielsweise Weitbandverbindungen auf mit  $n \times 64$  kbit/s (im Falle von STM-basierten verbindungsorientierten Mehrfachratendiensten) oder gar Breitbandverbindungen mit beliebiger Bitratengranularität im Falle von ATM-Verkehr.

Damit ergeben sich aber vollkommen neue Anforderungen an den Verbindungsaufbau. So muß die Verkehrsleistungsfähigkeit für alle Verkehrstypen gleichermaßen mit möglichst geringer gegenseitiger Beeinflussung so hoch und so robust sein wie nur irgend möglich. Im Falle von ATM-Verkehr resultiert daraus die Forderung nach einer möglichst gleichmäßigen Lastverteilung (Load Distribution) über alle Verbindungsleitungen eines Verbindungsleitungsbündels hinweg. Andernfalls würden Verbindungen auf hoch ausgelasteten Verbindungsleitungen eine größere Verzögerungsdauer in den zugehörigen Warteschlangen erleiden als auf niederausgelasteten Verbindungsleitungen.

Das bekannte Absuchstrategieverfahren bringt den Nachteil mit sich, daß bei hoher Auslastung des Verbindungsleitungsbündels im Falle eines Verbindungswunsches einer hochbitratigen Verbindung diese u.U. nicht mehr angenommen werden kann, da zwar viele Lücken vorhanden sind, aber keine groß genug ist. Außerdem resultiert insbesondere bei niedriger Auslastung des Verbindungsleitungsbündels eine ungleichmäßige Lastverteilung („Schieflast“).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie Verbindungswege in einem Kommunikationsnetz auch bei inhomogenem Verkehr ermittelt werden können.

Die Aufgabe wird ausgehend von den im Oberbegriff von Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen durch die im kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale gelöst.

5 Vorteilhaft an der Erfindung ist insbesondere das Vorsehen einer neuen Absuchstrategie. Die Suche zum Sicherstellen der größten Lücken für hochbitratige Verbindungen führt zu exzellenten Ergebnissen im Bezug auf Blockierungswahrscheinlichkeit und Lastverteilung. Damit wird die beim Stand der Technik verwendete Absuche zum Auffinden der kleinsten passenden  
10 Lücke deutlich übertroffen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteranspruch 2 angegeben.

15

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines figürlich dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert.

Es zeigen:

20

Fig 1 die Konfiguration, auf der das erfindungsgemäße Verfahren zum Ablauf gelangt

Fig 2 den erfindungsgemäßen Absuchalgorithmus

25

In Fig 1 ist ein Kommunikationsnetz aufgezeigt. Dabei sind der Einfachheit halber lediglich 4 Netzknoten  $N_1 \dots N_4$  aufgezeigt. Zwei Netzknoten, beispielsweise die Netzknoten  $N_1$ ,  $N_4$  sind über ein Verbindungsleitungsbündel TG miteinander verbunden. Im Verbindungsleitungsbündel TG sind eine Mehrzahl von Verbindungsleitungen  $T_1 \dots T_n$  angeordnet. Jede der Verbindungsleitungen  $T_1 \dots T_n$  weist als physikalischen Übertragungsparameter eine spezifizierte Übertragungskapazität  $C_s$  auf. Die für weitere Verbindungen frei zur Verfügung stehende  
30 Restübertragungskapazität  $C_r(T_i)$  ( $i=1 \dots n$ ) ergibt sich aus der physikalischen Übertragungskapazität  $C_s$  minus der Summe  
35

der Spitzenbitraten  $R_{pj}$  der momentan darüber geleiteten  $m$  Verbindungen ( $j=1, 2, \dots, m$ ).

Im folgenden wird davon ausgegangen, daß eine Verbindung  $V$  vom Netzknoten  $N_1$  zum Netzknoten  $N_4$  aufgebaut werden soll. Die entsprechenden Verhältnisse sind in Fig. 2 wiedergegeben.

Demgemäß wird zunächst eine Klassifizierung der Verbindungen in höchstbitratige und nicht höchstbitratige Verbindungen HBR, N-HBR vorgenommen. Das Kriterium dafür, welche Verbindungen als höchstbitratig anzusehen sind, ist z. B. durch den entsprechenden Dienst vorgegeben. Im folgenden werden dann die Verbindungsleitungen  $T_1 \dots T_n$  daraufhin untersucht, ob die neue Verbindung  $V$  untergebracht werden kann. Dabei kommt je nach Zugehörigkeit der Verbindung  $V$  zu den Klassen HBR, N-HBR eine unterschiedliche Absuchstrategie zum Ablauf.

Generell wird die Absuchstrategie mit der ersten Verbindungsleitung  $T_1$  des Verbindungsleitungsbündels  $TG$  gestartet und endet stets mit der letzten Verbindungsleitung  $T_n$  für höchstbitratige Verbindungen nach einem Suchzyklus, für nicht-höchstbitratige Verbindungen nach ein oder zwei Suchzyklen.

Eine der Klasse HBR zugehörige höchstbitratige Verbindung  $V$  wird auf einer der Verbindungsleitungen  $T_1 \dots T_n$  dann angenommen, wenn deren freie Restübertragungskapazität die Spitzenbitrate der Verbindung  $V$  am meisten übersteigt. Die neue Verbindung  $V$  wird somit in die „größte Lücke“ einsortiert. Wie aus Fig 2 ersichtlich, sind somit zwei Kriterien für die Einsortierung erforderlich. Zum einen muß die frei verfügbare Restübertragungskapazität der gerade untersuchten Verbindungsleitung  $T_i$  größer gleich der Spitzenbitrate der neuen Verbindung  $V$  sein. Zum anderen muß die freie Restübertragungskapazität die Spitzenbitrate der neuen Verbindung  $V$  am meisten übersteigen. Hierzu wird eine Variable  $C_{r\_Letzt\_Optimum}$  eingeführt, in der stets der größte gerade ermittelte Wert eingetragen ist. Für die höchstbitratigen Verbindungen

der Klasse HBR endet demnach die Suche immer nach einem Suchzyklus.

Handelt es sich bei der neuen Verbindung V um eine nicht-  
5 höchstbitratige Verbindung, die der Klasse N-HBR zugewiesen  
ist, so wird sie auf einer der Verbindungsleitungen  $T_1 \dots T_n$   
dann angenommen, wenn deren freie Restübertragungskapazität  
nach Abzug eines möglichst großen Vielfachen der Spitzenbi-  
trate  $R_p(\text{HBR})$  von höchstbitratigen Verbindungen („Sicherstel-  
10 len der größten Lücken für hochbitratige Verbindungen“) die  
Spitzenbitrate der Verbindung V am wenigstens übersteigt. Die  
neue Verbindung V wird somit in die „kleinste Lücke nach Ab-  
zug eines größtmöglichen Reservierungsbudgets für Verbindun-  
gen der Klasse HBR“ einsortiert. Wie aus Fig. 2 ersichtlich,  
15 sind somit zwei Kriterien für die Einsortierung erforderlich.  
Zum einen muß der Rest aus Modulo-Division der frei verfügba-  
ren Restübertragungskapazität der gerade untersuchten Verbin-  
dungsleitung  $T_i$  durch die Spitzenbitrate von höchstbitratigen  
Verbindungen größer gleich der Spitzenbitrate der neuen Ver-  
20 bindung V sein. Zum anderen muß der Rest aus Modulo-Division  
der freien Restübertragungskapazität durch die Spitzenbitrate  
von höchstbitratigen Verbindungen die Spitzenbitrate der neu-  
en Verbindung V am wenigsten übersteigen. Hierzu wird auch  
hier eine Variable  $C_r\_Letzt\_Optimum$  eingeführt, in der stets  
25 der kleinste gerade ermittelte Wert eingetragen ist. Bei er-  
folgreicher Suche gemäß den genannten Kriterien endet für  
nicht höchstbitratigen Verbindungen der Klasse N-HBR die Su-  
che nach einem Suchzyklus.

30 Kann die neue Verbindung V auf keiner der Verbindungsleitun-  
gen einsortiert werden, wird ein zweiter Suchzyklus gestar-  
tet. Die Verbindung V wird dann - ohne Berücksichtigung eines  
Reservierungsbudgets für Verbindungen der Klasse HBR - auf  
einer der Verbindungsleitungen  $T_1 \dots T_n$  angenommen, wenn deren  
35 freie Restübertragungskapazität die Spitzenbitrate der Ver-  
bindung am wenigsten übersteigt. Die neue Verbindung V wird  
somit in die „kleinste Lücke“ einsortiert. Wie aus Fig. 2 er-



sichtlich, sind somit zwei Kriterien für die Einsortierung erforderlich. Zum einen muß die frei verfügbare Restübertragungskapazität der gerade untersuchten Verbindungsleitung  $T_i$  größer gleich der Spitzenbitrate der neuen Verbindung  $V$  sein.

5 Zum anderen muß die freie Restübertragungskapazität die Spitzenbitrate der neuen Verbindung  $V$  am wenigsten übersteigen. Hierzu wird in der Variablen  $C_r\_Letzt\_Optimum$  stets der kleinste gerade ermittelte Wert eingetragen. Für nicht-höchstbitratige Verbindungen der Klasse N-HBR endet demnach  
10 die Suche spätestens nach diesem zweiten Suchzyklus.

Bei vorliegendem Ausführungsbeispiel wurde allgemein von Verbindungen gesprochen. Hierbei kann es sich um Verbindungen beliebigen Typs handeln. So können Verbindungen, die Informationen nach einem synchronen Transferverfahren (STM) übertragen,  
15 ebenso nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgebaut werden, wie Verbindungen, die Informationen nach einem asynchronen Transferverfahren (ATM) übertragen.

20

30

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungsweges in einem Kommunikationsnetz, mit
- 5 einer Mehrzahl von Verbindungen, die jeweils über eine weitere Mehrzahl von Verbindungsleitungen ( $T_1 \dots T_n$ ) zwischen zwei benachbarten Netzknoten ( $N_1 \dots N_4$ ) geleitet werden, und die auf diesen Verbindungsleitungen ( $T_1 \dots T_n$ ) Übertragungskapazitäten ( $R_{pj}$ ) reservieren, und mit
- 10 wenigstens einer weiteren Verbindung ( $V$ ), die zusätzlich auf einer der Verbindungsleitungen ( $T_1 \dots T_n$ ) untergebracht werden soll, indem von einem Absuchealgorithmus ermittelt wird, auf welcher der Verbindungsleitungen ( $T_1 \dots T_n$ ) nach Maßgabe eines Annahmekriteriums diese Verbindung ( $V$ ) noch untergebracht
- 15 werden kann,
- dadurch gekennzeichnet,
- daß eine Klassifizierung der wenigstens einen weiteren Verbindung ( $V$ ) in zwei Klassen (HBR, N-HBR) vorgenommen wird,
- daß bei Zugehörigkeit zu einer Klasse (HBR) überprüft wird,
- 20 ob die frei verfügbare Restübertragungskapazität  $C_r(T_i)$  der gerade untersuchten Verbindungsleitung ( $T_i$ ) größer gleich der Spitzenbitrate der wenigstens einen weiteren Verbindung ( $V$ ) ist und in diesem Fall unter den derart ermittelten Verbindungsleitungen diejenige ausgewählt wird, deren freie Rest-
- 25 übertragungskapazität die Spitzenbitrate dieser Verbindung ( $V$ ) am meisten übersteigt, und
- daß bei Zugehörigkeit zu der verbleibenden Klasse (N-HBR) überprüft wird, ob der Rest aus Modulo-Division der frei verfügbaren Restübertragungskapazität  $C_r(T_i)$  der gerade unter-
- 30 suchten Verbindungsleitung ( $T_i$ ) durch die Spitzenbitrate ( $R_p(\text{HBR})$ ) von höchstbitratigen Verbindungen größer gleich der Spitzenbitrate der wenigstens einen weiteren Verbindung ( $V$ ) ist und in diesem Fall unter den derart ermittelten Verbindungsleitungen diejenige ausgewählt wird, deren Rest aus Mo-
- 35 dulo-Division der freien Restübertragungskapazität durch die Spitzenbitrate von höchstbitratigen Verbindungen die Spitzenbitrate dieser Verbindung ( $V$ ) am wenigsten übersteigt, oder

andernfalls ein weiterer Suchzyklus gestartet wird, in dem überprüft wird, ob die frei verfügbare Restübertragungskapazität ( $C_r(T_i)$ ) der gerade untersuchten Verbindungsleitung ( $T_i$ ) größer gleich der Spitzenbitrate der wenigstens einen weiteren Verbindung ( $V$ ) ist und in diesem Fall unter den derart ermittelten Verbindungsleitungen diejenige ausgewählt wird, deren freie Restübertragungskapazität die Spitzenbitrate dieser Verbindung ( $V$ ) am wenigstens übersteigt.

- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Suchzyklus der Absuchstrategie mit der ersten Verbindungsleitung ( $T_1$ ) des Verbindungsleitungsbündels ( $TG$ ) gestartet wird, auf alle Verbindungsleitungen ( $T_1 \dots T_n$ ) angewandt  
15 wird und mit der letzten Verbindungsleitung ( $T_n$ ) endet.

## Zusammenfassung

Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungsweges in einem Kommunikationsnetz zwischen zwei benachbarten Netzknoten.

5

Um eine Verbindung auf einem aus mehreren Verbindungsleitungen bestehenden Verbindungsleitungsbündel zwischen zwei benachbarten Netzknoten zuzulassen, ist von einem Absuchalgorithmus zu ermitteln, auf welcher der Verbindungsleitungen diese Verbindung noch untergebracht werden kann. Hierzu wird  
10 zunächst eine Klassifizierung dieser neuen Verbindung vorgenommen, nach deren Maßgabe unterschiedliche Suchzyklen zum Ablauf gelangen, mit denen eine Verbindungsleitung mit genügend freier Restübertragungskapazität ermittelt wird. Bei er-  
15 folgloser Suche ist die Verbindung abzuweisen.

Fig 1

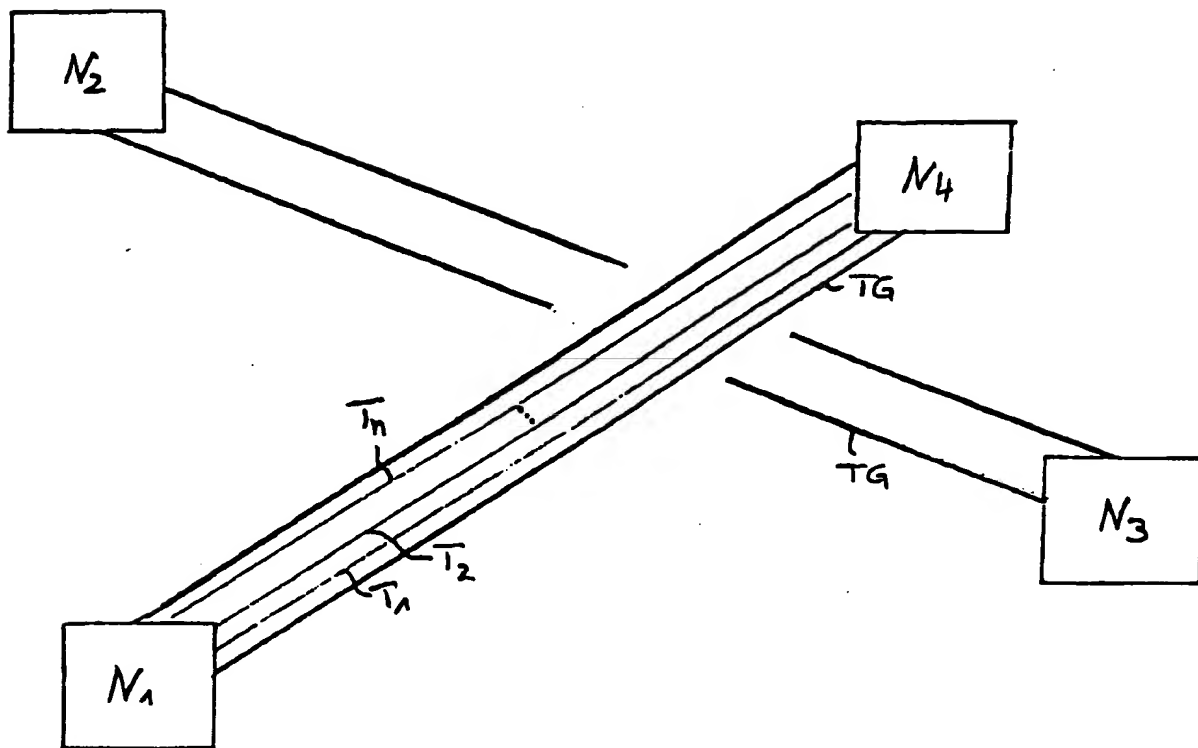


Fig. 1

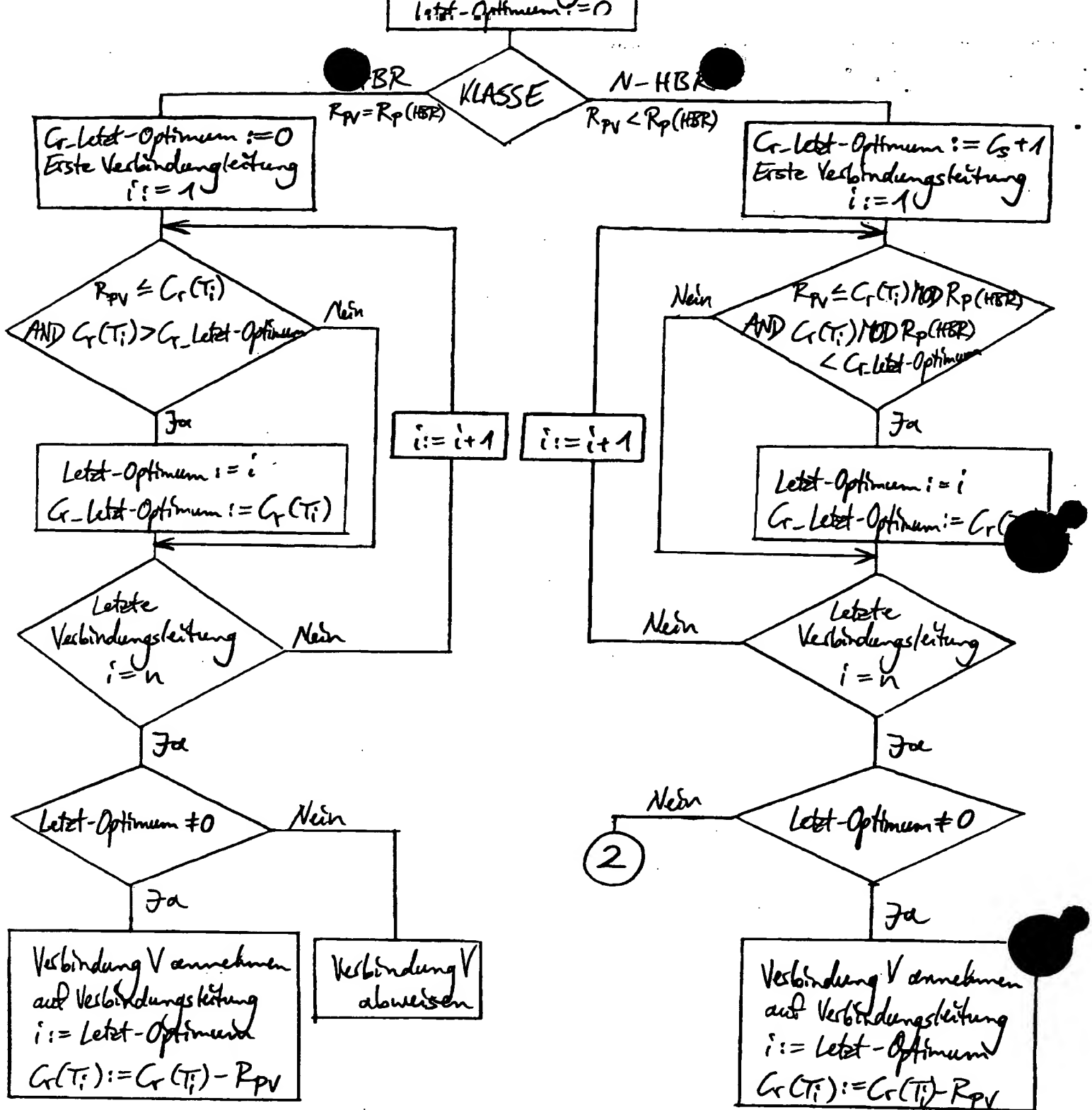


Fig. 2

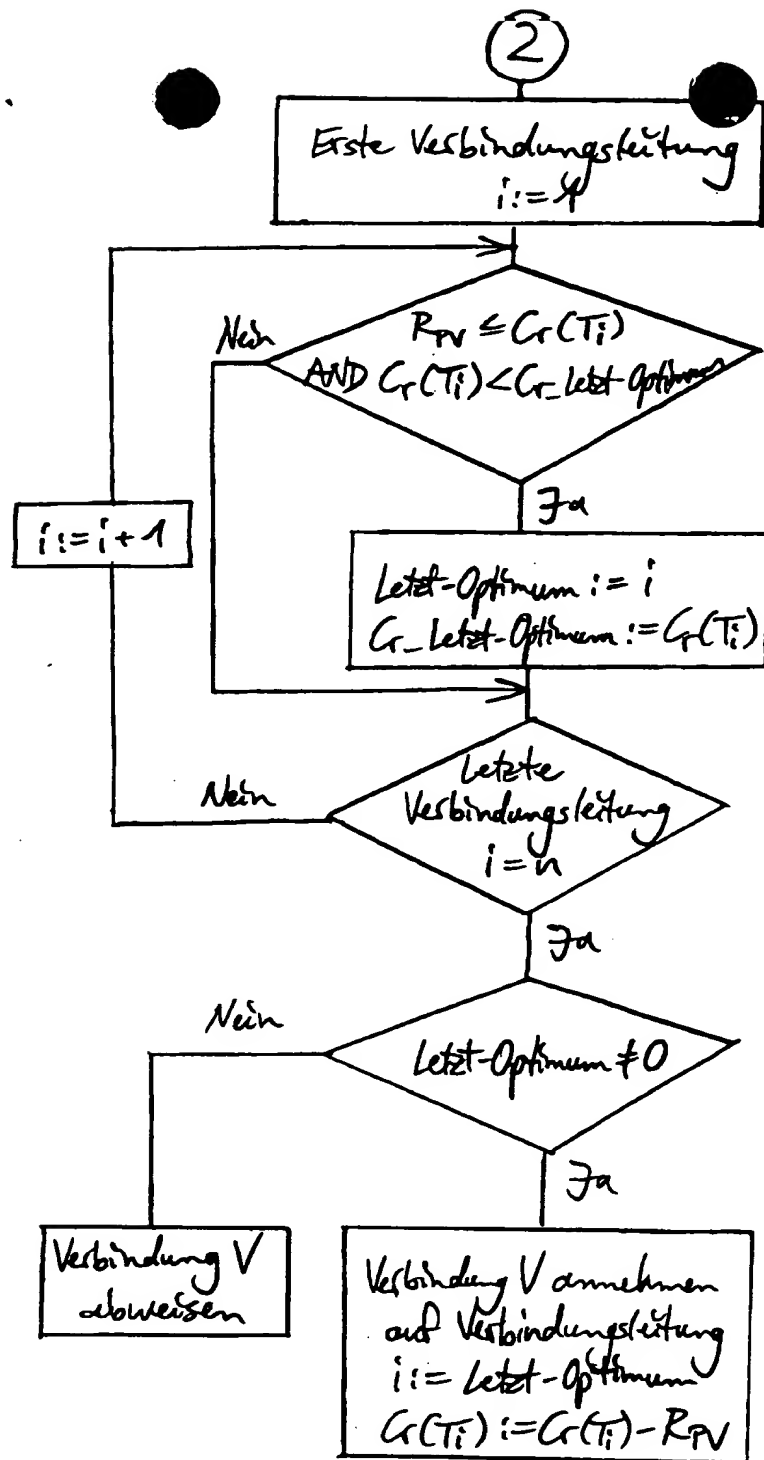


Fig. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**